

№ образца	Анизотропия	Состав	$h, \text{мкм}$	$T_{\text{роста}}, ^\circ\text{C}$	рассогласование $\Delta a, \text{\AA}$
1	Легкая плоскость	$(\text{YBi})_3(\text{FeAl})_5\text{O}_{12}$	7,1	789	0,028
2	Легкая плоскость	$(\text{YBi})_3(\text{FeAl})_5\text{O}_{12}$	8,0	780	0,018
3	Угловая фаза	$(\text{LuSmBi})_3(\text{FeGaGe})_5\text{O}_{12}$	7,5	725	-0,018
4	Угловая фаза	$(\text{LuSmBi})_3(\text{FeGaGe})_5\text{O}_{12}$	6,7	715	0,015
5	Угловая фаза	$(\text{LuSmBi})_3(\text{FeGaGe})_5\text{O}_{12}$	4,8	706	0,016
6	Угловая фаза	$(\text{BiLuCa})_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$	6	706	0,058

Пленка и подложка должны иметь достаточно близкие параметры решетки, чтобы пленка росла без растрескивания. Удовлетворительная для практического использования величина  $\Delta a$  в эпитаксиальных пленках ферритов-гранатов составляет 0,01 - 0,02 Å. Видно, что четыре из шести исследованных пленки удовлетворяют этому требованию.

## Исследование процесса формирования пленок сульфоиодида сурьмы методом квазизамкнутого объема

*Дружинина Елизавета Сергеевна*  
Южный федеральный университет  
Гармашов Сергей Иванович, к.ф.-м.н.  
[liza.druginina@rambler.ru](mailto:liza.druginina@rambler.ru)

Сульфоиодид сурьмы (SbSI) интересен тем, что он одновременно обладает полупроводниковыми, пьезоэлектрическими и сегнетоэлектрическими свойствами. Его используют при разработке датчиков ИК излучения, приборов ночного видения, гидроакустических приборов, пьезодатчиков, биомедицинских датчиков, элементов памяти.

Получение пленок этого материала осложнено тем, что SbSI испаряется инконгруэнтно, разлагаясь на  $\text{SbI}_3$  и  $\text{Sb}_2\text{S}_3$ . Известен ряд методов для получения пленок SbSI: метод электроннолучевого и термического испарения, метод физического транспорта с использованием буферного слоя  $\text{Sb}_2\text{S}_3$ , метод взрывного испарения, испарение импульсами лазерного излучения, метод квазизамкнутого объема.

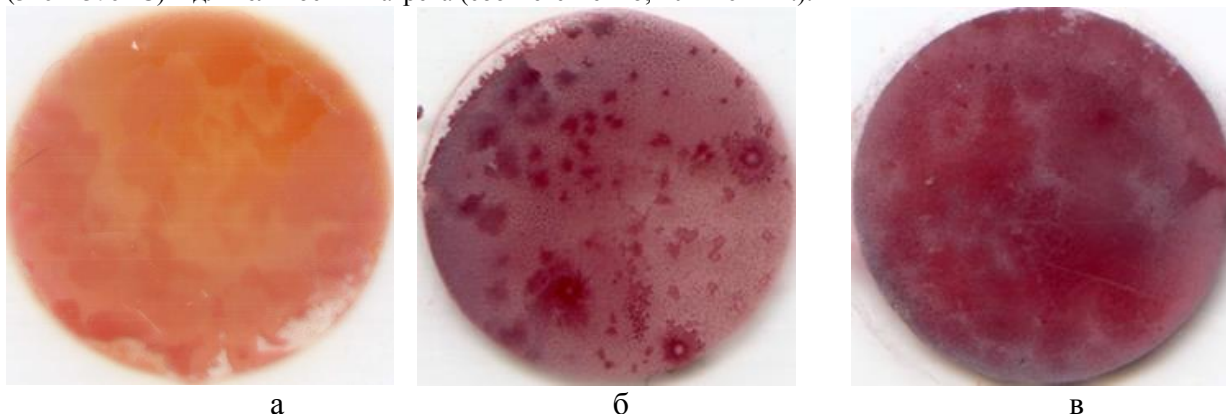
Настоящая работа посвящена исследованию процесса получения пленок SbSI методом квазизамкнутого объема. Под квазизамкнутым объемом принято понимать такой объем, который не полностью изолирован от внешней среды, но в котором изменение плотности пара из-за его утечки в течение процесса осаждения практически отсутствует [1]. Метод квазизамкнутого объема (МКО) [1] предпочтителен тем, что осаждение испаряемого вещества происходит в условиях, близких к равновесным, а конструкция испарительной системы позволяет обеспечить легкую смену подложек и, следовательно, возможность получения многослойных пленок в одном цикле вакуумирования.

Впервые МКО для получения пленок SbSI был предложен в работе [2] и рассмотрен в дальнейшем в [3]. В настоящей работе предпринята попытка более тщательно подобрать температурный режим (температура источника и подложки, длительность процесса) для воспроизводимого получения пленок SbSI стехиометрического состава, используя с этой целью цифровую видеосъемку растущей пленки и непосредственно наблюдая за состоянием подложки в ходе эксперимента.

Используемая испарительная система находилась в рабочей камере вакуумного поста и представляла собой кварцевую трубку, расположенную на графитовом столике и накрытую сверху стеклянной подложкой. В столике имелись ячейки, в которые помещался порошок SbSI, синтезированный из водных растворов [4]. Нагрев столика осуществлялся галогенной лампой накаливания. Специальный подогрев подложки не применялся, её температура изменялась за счет теплопередачи через кварцевую трубку и контролировалась с помощью хромель-алюмелевой термопары. В связи с тем, что состав и качество пленки сильно зависят от температуры подложки, для контроля состояния конденсата на подложке была использована цифровая видеосъемка растущей пленки.

Эксперименты проводились при разных напряжениях на нагревательной лампе и длительностях процесса нагрева. При этом в каждом эксперименте масса порошка-источника была фиксирована и составляла

около 5 мг. На *рис. 1* представлены полученные плёнки при разных максимальных температурах источника (310 – 370 °С) и длительностях нагрева (соответственно, 20 – 10 мин.).



*рис. 1. Внешний вид плёнок, полученных при разных максимальных (в процессе нагрева) температурах источника (~310 °С (а); ~340 °С(б); ~370 °С(в)) и длительностях нагрева (20 мин (а); 13 мин (б); 10 мин (в))*

В ходе проведенных экспериментов с использованием цифровой видеосъемки выявлено, что независимо от температуры источника в рассмотренном диапазоне температур образование пленки SbSI начинается при температуре подложки 60-70 °С. Максимальная температура подложки в проведенных экспериментах не превышала 130 °С. Более высокая температура подложки и длительность процедуры нагрева нежелательна из-за разложения уже полученной пленки. По внешнему виду качество пленки оказалось выше при более высоких температурах источника (~ 370 °С), но меньшей продолжительности нагрева (~ 10 мин.).

В докладе представлены и обсуждаются стадии процесса образования пленки SbSI, которые достаточно хорошо видны на снятом видео, приводятся дифрактограммы полученных пленок, свидетельствующие о стехиометрии их состава.

Список публикаций:

- [1] Бубнов Ю. З. Лурье М. С., Старос Ф. Г., Филаретов Г. А. // Вакуумное нанесение пленок в квазизамкнутом объеме. М.: Сов. радио. 1975. 160 с.
- [2] Гершианов В. Ю., Меринова Е. Г., Рогач Е. Д. // II Всесоюз. конф. по физико-химическим принципам технологии сегнетоэлектриков и родственных материалов (Звенигород, 1983). С.185.
- [3] Гармашов С. И., Гершианов В. Ю., Рыбина И. Н., Свирская С. Н., Захарченко И. Н., Свердлов А. А., Какичев Д. А. // Тезисы докладов VIII Междунар. научн. конф. "Кинетика и механизм кристаллизации. Кристаллизация как форма самоорганизации вещества" (Иваново, 2014). С.134.
- [4] Лупейко Т. Г. Свирская С. Н., Рыбина И. Н., Медведева Е. С., Пахомов А. С. // Материалы III межвуз. научн.-практ. ежегодной конф. "Новые технологии и инновационные разработки" (Тамбов, 2010). С.102-105.

## **Влияние обработки поверхности сплава TiNi методом лазерного высокоскоростного синтеза на ее механическое поведение при деформации**

**Евсеев Станислав Викторович**

**Башкова Ирина Олеговна, Фертикова Вера Юрьевна**

**Удмуртский государственный университет**

**Королев Михаил Николаевич, к.ф.-м.н.**

**Hironamakura@bk.ru**

С плав TiNi, или нитинол, широко используют в медицине для изготовления имплантов и стентов. Этот материал обладает выраженными специальными механическими свойствами, такими, например, как сверхупругость и эффект памяти формы (ЭПФ). Вместе с тем, высокое содержание никеля, который является аллергеном и канцерогеном, препятствует дальнейшему распространению таких изделий.

Один из способов решения проблемы – создание покрытия, изменяющего свойства поверхности, например, снижающего транспорт никеля в организм и/или повышающего рентгеновскую контрастность изделий. Один из способов модификации поверхности металла – обработка методом высокоскоростного лазерного синтеза (ВЛС). Такая обработка позволяет получать коррозионностойкие слои с высокой адгезионной прочностью.